

Totti Soini

Linjasaneerauksen toimenpiteiden yhtenäistäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustuotantotekniikka

Insinöörityö

24.4.2013

Tekijä(t) Otsikko	Totti Soini Linjasaneerauksen toimenpiteiden yhtenäistäminen
Sivumäärä Aika	32 sivua + 4 liitettä 24.4.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Timo Riikonen, Metropolia Tuotantopäällikkö Pasi Lod, Rakennusyhtiö Muhonen Oy
<p>Tutkimuksessa selvitettiin linjasaneeraushankkeen aikataulun ongelmia rakennusurakoitsijan näkökulmasta. Tutkimustyö tehtiin kirjallisuustutkimuksena sekä henkilöhaastatteluja tehden.</p> <p>Tutkimuksessa saatujen tulosten perusteella tehtiin aikataulu Helsingissä sijaitsevaan asuinkerrostalon linjasaneeraukseen. Aikataulua varten laskettiin rakennusmassojen perusteella tehtävien kestot ja niiden perusteella saatiin tarvittavat työpanokset. Tutkimuksessa myös sivuttiin muita linjasaneerauksessa ilmeneviä ongelmia, jotka välillisesti vaikuttavat aikatauluun.</p> <p>Tutkimustulos osoittaa, että linjasaneerauksen aikatauluongelmat eivät johdu puutteellisesta aikataulusuunnittelusta tai työsuunnittelusta. Aikataulun toimimattomuuden ongelmiksi paljastui aikataulun valvonnan puute, hallinta sekä tuotannon ohjaus. Lisäksi ongelmia paljastui lisä- ja muutostöistä sekä asukasmuutoksista ja siihen liittyvistä toimenpiteistä.</p> <p>Tutkimustuloksena todettiin, että aikataulu tulee suunnitella ja toteuttaa resursseilla, jotka lasketut työsuoritteet vaativat. Tämä tarkoittaa, että suunnitellut resurssit on oltava koko ajan tuottamassa. Lisä- ja muutostöitä ilmetessä niihin tulee varata omat resurssit. Oleellisinä voitiin todeta, että perusteellisesta aikataulu- ja työsuunnittelusta huolimatta, puutteellinen tuotannon ohjaus ja valvonta on yleisin syy aikataulun ongelmiin.</p>	
Avainsanat	Linjasaneeraus, aikataulu, korjausrakentaminen

Author(s) Title Number of Pages Date	Totti Soini Harmonization of pipeline renovation procedures 32 pages + 4 appendices 24.4.2013
Degree	Bachelor of engineering
Degree Programme	Civil engineering
Specialisation option	Construction and site management
Instructor(s)	Timo Riikonen, Senior Lecturer, Metropolia Pasi Lod, Production Manager, Rakennusyhtiö Muhonen Oy
<p>This research was carried out to investigate schedular problems in a pipe rehabilitation project from a building contractor's point of view. The research consists of a literature review and personal interviews.</p> <p>Based on the results obtained in the research a schedule was drawn up for the pipe rehabilitation of an apartment building situated in Helsinki. The durations of the functions were calculated for the schedule and based on these the amount of required resources were determined. Other possible problems in pipe rehabilitations and their indirect effects on the schedule were also considered in the research.</p> <p>The results show that the schedular problems associated with pipe rehabilitations are not caused by inadequate work planning or planning of the schedule. Production factors were discovered to be the most important causes of delays.</p> <p>The research concludes that the schedule should be planned and produced so that the required resources for each function are available when needed. Separate resources should be reserved for additional work or modifications when the need for them is discovered. A key finding was that the inadequacy of production control and supervision often causes problems with the schedule, even when planning has been thorough.</p>	
Keywords	Pipe rehabilitation, schedule

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Linjasaneeraus	3
2.1	Pääkohdat	3
2.2	Osapuolet	4
2.2.1	Taloyhtiö	4
2.2.2	Osakkaat	4
2.2.3	Hallitus ja isännöitsijä	5
2.2.4	Valvoja/tilaajan edustaja	5
2.2.5	Suunnittelijat	5
2.2.6	Urakoitsijat	6
2.2.7	Viranomaiset	6
2.3	Linjasaneerauksen aikataulusuunnittelu	7
2.3.1	Suunnittelun periaatteet	7
2.3.2	Suunnittelun vaiheet	9
2.3.3	Tehollisen rakennusajan laskeminen	10
2.3.4	Kohteen osittelu	10
2.3.5	Aikataulutehtävien muodostaminen	11
2.3.6	Tehtävien mitoitus	11
2.3.7	Työjärjestyksen suunnittelu ja valinta	11
2.3.8	Tehtävien ajoitus, tahdistus ja rytmitys	12
2.3.9	Tuotantoa palvelevan aikataulun teko	13
2.3.10	Linjasaneeraushankkeen aikataulu	13
2.3.11	Linjasaneeraushankkeen kestot	15

3	Tutkimuksen tavoite	16
3.1	Tutkimusmenetelmät	16
3.1.1	Kirjallisuus	16
3.2	Ongelma	17
3.3	Näkökulma ja rajaus	17
4	Projektin kulku	17
4.1	Esitutkimus	17
4.2	Aikataulun luominen	19
4.2.1	Kohteen esittely	19
4.2.2	Aikataulu	20
5	Tutkimustulokset	24
5.1	Aikataulun seuranta	25
5.1.1	Paikka-aikakaavio	25
5.1.2	Valvontavinjetti	26
5.2	Aliurakoitsijoiden valvonta	26
5.3	Materiaalien oikea käyttö ja valinnan merkitys aikataulun kannalta	27
5.4	Hankinnat	27
5.4.1	Asukasmuutokset	27
5.4.2	Lisä- ja muutostyöt	27
5.5	Muuta aikataulun kannalta huomioitavaa	28
6	Johtopäätökset	28
6.1	Resurssien toimimattomuus	28
6.2	Resurssien ohjaus	29
7	Pohdinta	30

Liitteet

Liite 1. Haastattelupöytäkirja

Liite 2. Jana-aikataulu

Liite 3. Paikka-aikakaavio

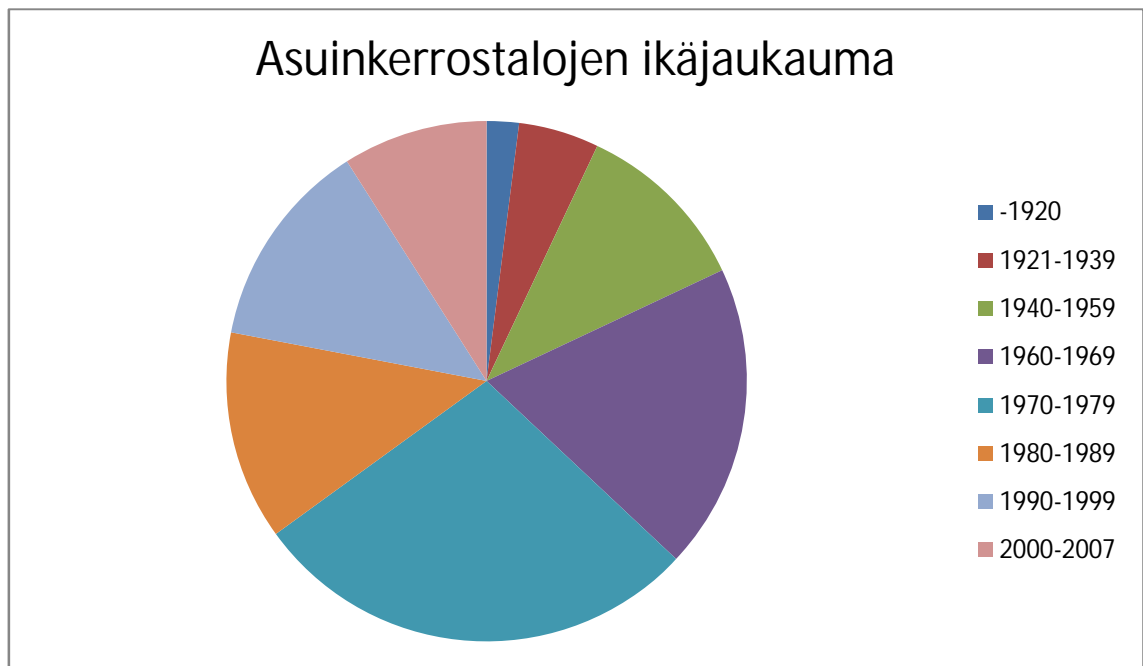
Liite 4. Laskentapohja

Käsitteet

Aliurakoitsija	Pääurakoitsijan tilaama urakoitsija
Mesta	Rakennuskohteessa sijaitseva työkohde
Tate	Talotekniikka
YSE	Rakennusalan yleiset sopimusehdot

1 Johdanto

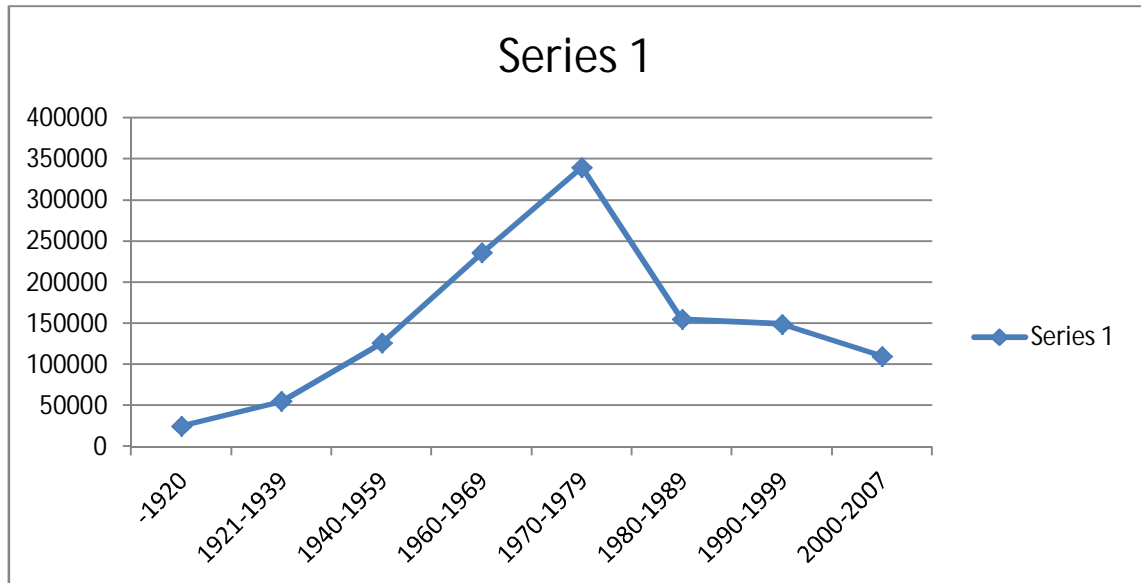
Lähes puolet Suomen nykyisistä kerrostaloista rakennettiin 1960–1980-lukujen aikana. Kerrostalojen tuotannon määrä räjähti kasvuun vuoden 1960 jälkeen, sillä ennen sitä on rakennettu vain 18 % asuinkerrostaloista (kuva 1.). (RIL 252-1-2009, s.17.)



Kuva 1. Suomen asuinkerrostalokanta jaoteltuna eri vuosikymmeniin. (RIL 252-1-2009)

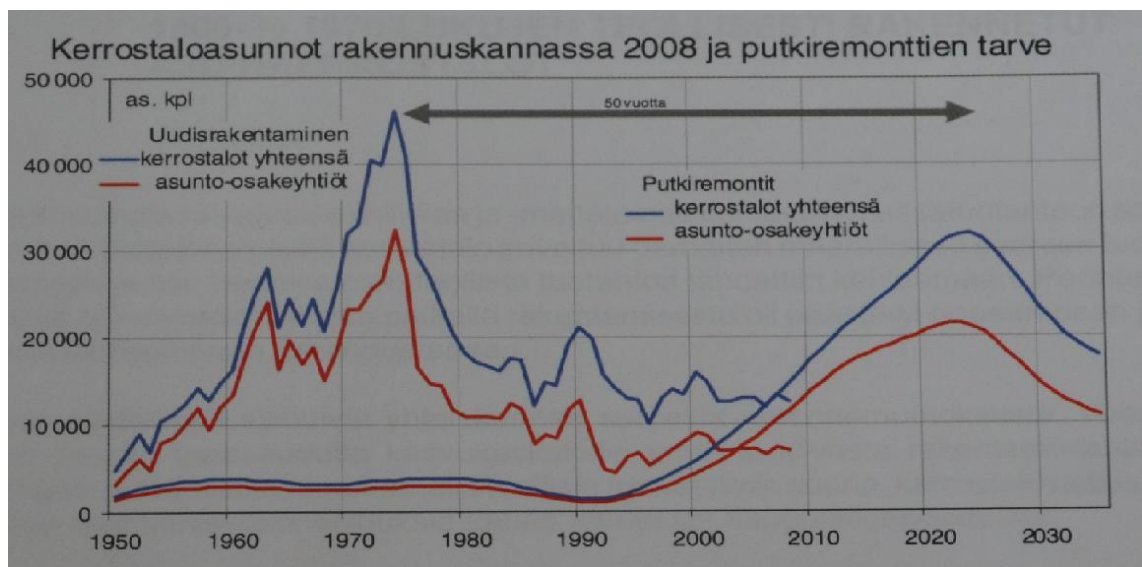
Syyt asuinkerrostalojen määrän räjähtäneeseen tuotannon kasvuun löytyvät kaupunkien kohdistuvasta muuttoliikkeestä, joka jatkuu tänä päivänäkin. Muita syitä oli väestörakenne, talouskasvu sekä silloisen asuinkannan modernisoiminen. (RIL 252-1-2009, s.17.)

Kuva 2 esittää Suomen asuinkerrostalojen kannan eri vuosikymmeninä rakennettuna (Lähde: Tilastokeskus 2008).



Kuva 2. Asuinkerrostalokanta vuosikymmenittäin RIL 252-1-2009

Asunto-osakeyhtiöiden omistamista 1,1 miljoonasta asunnosta puolet on rakennettu Etelä-Suomeen, neljännes Länsi-Suomeen ja loput muualle Suomeen. Linjasaneerauksia tehdään tällä hetkellä jo 1960–70-luvulla rakennettuihin asuinkerrostaloihin ja korvaustarve kasvaa tulevaisuudessa merkittävästi. Iso osa näistä sijaitsee pääkaupunkiseudulla. (RIL 252-1-2009. s.18.)



Kuva 3. Kerrostaloasuntokanta rakentamisvuosittain. VTT:n tekemä ennuste putkiremonttien tarpeesta. (Lähde: RIL 252-1-2009)

Linjasaneerauksien tuomat markkinat alkoivat 1990-luvulla. 1960-luvulla rakennettujen asuinkerrostalojen putkistot alkoivat tuolloin tulla käyttöikänsä päähän. Putkistojen korjaustarve kolminkertaistui 2000–2010 vuosien aikana ja 2010-luvun alkaessa putkitöitä on ollut tarjolla enemmän linjasaneerauksissa kuin uudiskohteissa. Korjaustarve jatkaa kasvuaan edelleen 2010-luvulla. Korjaustarpeen on ennustettu kaksinkertaistuvan vuoden 2020 mennessä. Silloin 1970-luvun alussa rakennettujen asuinkerrostalojen putkistot tulevat käyttöikänsä päähän. (RIL 252-1-2009. s.18.)

Tämän opinnäytetyön on tarkoitus tuoda esille aikataulun kannalta merkittävimpiä asioita. Tutkimuksessa pyritään tuomaan modernia aikatauluajattelua korjausrakentamiseen. Tavoite on, että tämä työ tuo apua aikataulusuunnitteluun ja eritoten sen hallintaan sekä herättää lukijassaan ajatuksia.

Tätä tutkimusta lähdettiin toteuttamaan yhteistyössä Muhonen Oy:n kanssa. Muhonen Oy on rakennusyhtiö, joka on erikoistunut peruskorjauksiin, linjasaneerauksiin, projektinjohtourakointiin sekä kosteus- ja homevauriopalveluihin.

2 Linjasaneeraus

2.1 Pääkohdat

Linjasaneeraus on hanke, jossa useiden asiantuntijoiden ja ammattilaisten lisäksi on iso joukko maallikoita. Maallikoita ovat yleensä tavalliset asunto-osakkeen omistajat. Linjasaneeraushanke on monille yksi kalliimmista hankkeista, itse asunnon oston jälkeen, joita heille on tullut vastaan. Tämän vuoksi se on monille tunteita herättävä kokemus, joka koettelee omien hermojen lisäksi myös ihmissuhteita. Näistä syistä kaikkien osapuolien on erittäin tärkeää ymmärtää toistensa tehtävät linjasaneeraushankkeessa ja antaa jokaisen nauttia ansaitsemaansa luottamusta. (RIL 252-1-2009, s.31.)

Nykyisin osakkaat osaavat vaatia hankkeen osapuolilta yhä enemmän. Myös kiinnostus linjasaneerausta kohtaan on lisääntynyt, sillä nykyisin sana ”putkiremontti” on lähes jokaisen kerrostalokiinteistössä asuvan huulilla. Lisääntyneen informaation ansiosta linjasaneerauksessa korostuu teknisen osaamisen lisäksi myös sosiaaliset taidot sekä kyky viestitellä osapuolien kesken. Tämä tuottaa urakoitsijalle uusia haasteita, mutta myös mahdollisuuksia. (RIL 252-1-2009, s.31.)

Linjasaneerauksen aikana voidaan parantaa urakoitsijan tuloksen lisäksi myös asukastyytyvääisyyttä ottamalla huomioon toiveita ja myymällä osakkaille lisä- ja muutostöitä. Hyvässä linjasaneeraushankkeessa on paljon lisä- ja muutostöitä. (RIL 252-1-2009, s.31.)

Hyvän linjasaneeraushankkeen edellytyksenä on eri osapuolien tehtävien selkeä rajausta sekä niiden määrittäminen ja sitä kautta saavutettu luottamus osapuolien välillä. Osapuolien välillä on kuitenkin paljon näkemyseroja, koska jokaisella on erilaiset tavoitteet. Urakoitsija pyrkii saamaan mahdollisimman paljon taloudellista hyötyä myymällä ja tilaajaosapuolet (As Oy hallitus, osakkaat) pyrkivät pääsemään mahdollisimman pienillä kustannuksilla.

2.2 Osapuolet

2.2.1 Taloyhtiö

Asunto-osakeyhtiö toimii linjasaneeraushankkeessa rakennushankkeeseen ryhtyvänä osapuolena. Tästä käytetään useimmiten nimeä tilaaja ja/tai rakennuttaja. Rakennushankkeeseen ryhtyvä on rakennuslaissa käytettävä termi. (RIL 252-1-2009, s.36.)

Asunto-osakeyhtiön rakennuttajan tehtävät määräytyvät suoraan maankäyttö- ja rakennuslaista, mutta sillä ei itsellään tarvitse olla lain vaatimia edellytyksiä, riittää, että hankkii asiantuntemusta alan ammattilaisilta. Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että hanke suunnitellaan ja rakennetaan sitä koskevien säännösten sekä määräysten mukaisesti. (RIL 252-1-2009, s.37.)

2.2.2 Osakkaat

Osakkailla on päätösvalta asunto-osakeyhtiössä ja he ovat sen omistajia. Linjahankkeessa osakkailla on suuri merkitys, sillä he ovat valinneet taloyhtiöönsä hallituksen. Hallitus taas on tilannut rakennuttamispalvelut, jotka edelleen ovat tilanneet rakennustyöt urakoitsijalta. Osakkaat ovat linjasaneerauksen maallikot, joiden rahoituksella hanke toteutetaan. (RIL 252-1-2009, s.37.)

2.2.3 Hallitus ja isännöitsijä

Hallitus on taloyhtiön päättävä elin. Hallitus koostuu osakeyhtiön osakkaista, jotka muut osakkaat ovat sinne valinneet. Hallitus yhdessä isännöitsijän kanssa edustaa taloyhtiötä linjasaneerauksessa. Isännöitsijä voi myös toimia rakennuttamisen projektinjohtajana, mikäli hänellä on riittävät pätevyudet siinä toimimiseen. (RIL 252-1-2009, s.38.)

2.2.4 Valvoja/tilaajan edustaja

Valvoja nimensä mukaan valvoo rakennustöitä, että ne tehdään sopimusten, määräysten ja lakien mukaan. Valvojan yleisiin tehtäviin kuuluu myös valvoa työturvallisuutta sekä paloturvallisuutta työmaa-aikana. Valvoja toimii hankkeen eri osapuolien yhdyshenkilönä. Valvoja kuitenkin on tilaajan edustajana. Suunnitelmien sopimuksenmuutoksen tarkastaminen kuuluu myös valvojan toimenkuvaan. (RIL 252-1-2009 s.44.)

2.2.5 Suunnittelijat

Suunnittelijoiden päätehtävä on tuottaa toteutuskelpoiset suunnitelmat kustannustehokkaasti. Luvanvaraiset rakennushankkeet, kuten linjasaneeraushanke vaatii aina pääsuunnittelijan. Pääsuunnittelijan vastuulla on huolehtia suunnitelmien kokonaisuudesta, muun muassa laadusta ja laajuudesta, suunnitelmien yhteensopivuudesta sekä ohjata erikoissuunnittelua. (RIL 252-1-2009 s.43.)

Pääsuunnittelijan lisäksi linjasaneeraushankkeessa on muita suunnittelijoita. Näitä ovat rakennesuunnittelija, tate-suunnittelija sekä erikoissuunnittelijat. He kaikki vastaavat että toiveet huomioidaan tinkimättä rakennuslaista, -määräyksistä tai -asetuksista. (RIL 252-1-2009 s.43.)

2.2.6 Urakoitsijat

Urakoitsijan tehtävä on toteuttaa linjasaneeraustyöt urakkasopimuksen, YSE:n ja rakennuslain mukaisesti. Pääurakoitsija on sopimussuhteessa rakennuttajan kanssa. Aliurakoitsijat toimivat pääurakoitsijan alaisuudessa ja ovat heihin sopimussuhteessa. Urakassa saattaa olla myös mukana alistettu sivu-urakoitsija, joka on sopimussuhteessa rakennuttajaan, mutta töiden koordinoitavastuu on pääurakoitsijalla. (RIL 252-1-2009 s.45.)

2.2.7 Viranomaiset

Rakennusvalvontaviranomaisen toiminnasta määrätään seuraavaa:

"Maankäyttö- ja rakennuslaki 124 §

Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on yleisen edun kannalta valvoa rakennustoimintaa sekä osaltaan huolehtia, että rakentamisessa noudatetaan, mitä tässä laissa tai sen nojalla säädetään tai määrätään.

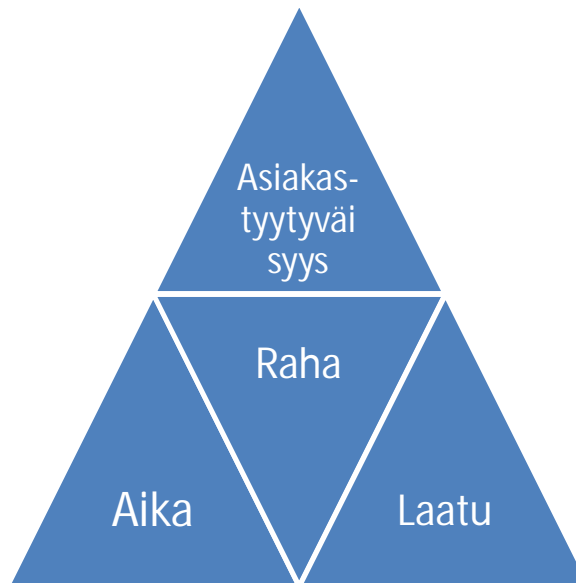
Valvontatehtävän laajuutta ja laatua harkittaessa otetaan huomioon rakennushankkeen vaativuus, luvan hakijan ja hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta vastaavien henkilöiden asia tuntemus ja ammattitaito sekä muut valvonnan tarpeeseen vaikuttavat seikat.

Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on myös huolehtia kunnassa tarvittavasta rakentamisen yleisestä ohjauksesta ja neuvonnasta."

Muunlaista viranomaistoimintaa on palo- ja työturvallisuutta valvovat tahot. Etenkin paloturvallisuutta valvovalla viranomaisella on iso merkitys linjasaneeraushankkeessa, sillä lähes poikkeuksetta joudutaan tekemään isojakin läpimenoja paloa osastoiviin seiniin. (RIL 252-1-2009 s.46.)

2.3 Linjasaneerauksen aikataulusuunnittelu

Lähtökohtana linjasaneerauksen aikataulusuunnittelulle pidetään tässä työssä rahaa ja laatua sekä asiakastyytyväisyyttä. Jokainen pääkohdista on rakennusosalalle hyvin tyypillinen ja ne ovat toisistaan riippuvaisia. Aikataulu on rakennustyömaan tärkein toteutusmalli. Aikataulu kuvastaa tuotantoa ja niiden välisten poikkeamien havaitsemista.



Kuvio 1. Edellytykset onnistuneelle linjasaneeraushankkeelle.

2.3.1 Suunnittelun periaatteet

Jotta aikataululle voidaan asettaa realistisia tavoitteita, tarvitaan paljon tietoja työsäveltävyydestä, työmenekistä, kapasiteeteista sekä työryhmien koosta. Näitä tietoja saadaan tavoitearviosta, jälkilaskennasta sekä erilaisista aikataulumateriaaleista esimerkiksi RATU-kortistosta. (RATU-Aikataulukirja 2013, s 19.)

Aikataulusuunnittelua tärkeämpää on työaikainen ohjaus, koska suunnitelma on vain työkalu työaikaista ohjausta varten. Hyvä aikataulu palvelee ohjausta, on realistinen ja se on sidottu tuotokseen sekä sillä voidaan varautua häiriötilanteisiin ja muutoksiin. (RATU-Aikataulukirja 2013, s.19.)

Jotta aikataulun työaikainen seuranta olisi hallittua, tarvitsee se kokonaisuuden sekä yksittäisten tehtävien tilanteiden tuntemista. Sen lisäksi vallitsevaa tilannetta tulee jatkuvasti verrata suunnitelmaan. Näin selviää, pitävätkö suunnitelmat ja onko ohjaus ollut riittävää. Riittävä ohjaus edellyttää tuotannonohjauksen työkaluja. (RATU-Aikataulukirja 2013, s.19.)

Jotta aikataulu on tuotannonohjauksen ja työmaan johtamisen kannalta toimiva, on:

– aikataulutehtäviksi valittava toteutuksen kannalta keskeiset tehtävät niin omista töistä kuin aliurakkatöistä

– kaikki aikataulutehtävät mitoitettava – oikeat perusteet esimerkiksi Ratu-työmenekeistä ja –saavutuksista

– tehtäville varattava riittävä toteutusaika – ei liian nopeaa mitoitusta, jottei tule turhia häiriöitä ja odotusta

– kullekin tehtävälle varattava työrauha yhdessä osakohteessa – ei kaikkia työvaiheita käynnissä samassa paikassa yhtä aikaa

– aikataulutehtävät suunniteltava riittävän suurina kokonaisuuksina, jotta ohjaus on mahdollista – ei pilkota liian pieneksi silpuksi

– tehtävien väliset riippuvuudet hallittava – ongelmakohdat kartoitettu, riittävästi vapaita työkohteita ja resurssien käyttö hallinnassa sekä

– aikataulu esitettävä niin, että sillä on mahdollisuus valvoa tuotantoa.

(RATU-Aikataulukirja 2013, s.19.)

2.3.2 Suunnittelun vaiheet

Linjasaneeraushankkeen aikataulusuunnittelussa voidaan hyödyntää toistuvan tilakorjauksen tuomia hyötyjä. Tehdään yhdelle osakohteelle, esimerkiksi yhdelle rapulle tai linjalle aikataulu, jota voidaan hyödyntää seuraavien osakohteiden teossa lähes yksi yhteen. Muuttuvia tekijöitä on lähinnä yleisissä tiloissa. Näitä ovat esimerkiksi saunat, IV-konehuoneet, pesutuvat ja kellaritilat. Aikataulua pystytään myös kokemuseräisesti muokkaamaan ensimmäisen osakohteen edetessä siten, että se palvelee loppuja paremmin ja tarkemmin. Ensimmäisen rapun aikataulu on hyvä tehdä todella löysäksi, varautuen suurhäiriöihin. Linjahankkeessa on asiakastyytyväisyyden takia hyvin tärkeää, että luvatuissa aikatauluissa pysytään. Ongelmia on tiedossa heti, jos luovutus menee pitkäksi.

Aikataulusuunnittelun vaiheet ovat seuraavat:

- *tehollisen rakennusajan laskeminen*
- *kohteen osittelu*
- *aikataulutehtävien muodostaminen*
- *tehtävien mitoitus*
- *työjärjestyksen suunnittelu ja valinta*
- *tehtävien ajoitus, tahdistus ja rytmitys*
- *tuotantoa palvelevan aikataulun teko*
- *kelpoisuuden tarkastaminen.*

(RATU-Aikataulukirja 2013, s.19.)

2.3.3 Tehollisen rakennusajan laskeminen

Linjasaneerauksen rakennusaika ei ole aika, jolloin voidaan tuottaa. Rakennusaika pitää sisällään tuotannon lisäksi, tuotannon keskeytykset, lomat ja useimmiten myös lisä- ja muutostyöt. Yleisaikataulua tehdessä käytetään T4-aikoja, jolloin siinä on huomioitu edellä mainitut poikkeukset. Tahdistavat työvaiheet on jaksotettava siten, että vaikka niissä ilmenisi säännöllisesti esiintyviä poikkeuksia, seuraavan työvaiheen aloitus ei myöhästyisi. (RATU-Aikataulukirja 2013, s.20.)

Linjasaneeraushankkeessa eniten häiriötä ja lisätöitä ilmenee purkuvaiheessa. Yleensä ei tiedä ennen aloitusta, kuinka paljon purettavaa rappauslaastia on seinissä ja missä kunnossa seinien rungot ovat. Tästä aiheutuu usein lisä- ja muutostöitä, joihin on vaikea resurssipohjaisesti reagoida tilojen ahtauden vuoksi. Ongelman ilmetessä, voidaan seuraavien osakohteiden aikataulua muuttaa.

2.3.4 Kohteen osittelu

Linjasaneeraushankkeessa kohde jaetaan lohkoihin, pääasiassa rappuihin tai linjoihin. Lohkot jaetaan työosiin, esimerkiksi konehuoneeksi, yleisiin tiloihin sekä kerroksiin. Kerrokset voidaan edelleen jakaa pienempiin osiin eli asuntoihin. Jokainen lohko suunnitellaan erikseen, mutta toistuvan tilakorjauksen periaatteella kaikki lohkot menevät samalla tavalla. Eroja on liikennetiloissa (rappukäytävät, käytävät), yhteistiloissa (saunat, pesutuvat, kerhotilat) ja tekniset tilat, joiden vaikutus tarvitsee suunnitella lohkoittain. Lohkoihin jako perustuu siihen, että kun purkutyö saadaan valmiiksi ensimmäisessä rapussa, voidaan siirtyä toiseen ja ensimmäisessä voidaan aloittaa rakennustyöt. Linjakohteessa kuitenkin edetään työsittain. (RATU-Aikataulukirja 2013, s.21.) (Erno Olkkonen, luentomateriaali, korjausrakentamisen toteutus kurssi.)

2.3.5 Aikataulutehtävien muodostaminen

Aikataulussa tarvittavaa aikaa ja resursseja kuvataan toimintoina, jotka muodostavat tehtävän. Tehtäväkokonaisuudet tulee olla järkevästi jaoteltuja, jotta niiden valvonta ja ohjaus olisi tavoitteiden mukaisesti hallittuja.

Työmaan eri osapuolten toiminta ja niiden yhteen sovittaminen tulee huomioida tehtävävalinnoissa. Tehtävät muodostuvat työlajeista ja -vaiheista riippumatta urakoitsijasta, joka työvaiheen tekee. Linjasaneerauksen työvaiheita ovat esimerkiksi hormipurku, lattiapurku, nousut ja hormin muuraus. Näihin tehtäviin kuuluu myös aloittavia, lopettavia ja ylläpitäviä töitä, joita ovat haalaus, suojaus ja siivous. Suoritemäärät, joita tarvitaan aikataulutehtävien työmäärien laskentaan, saadaan massaluettelosta tai ne voidaan laskea erikseen laskentamateriaaleista. (RATU-Aikataulukirja 2013, s.22.)

2.3.6 Tehtävien mitoitus

Tehtävien kestot lasketaan sen mukaan, mikä työtapo on valittu ja sen tarvitsemalla työpanoksella. Tämän jälkeen valitaan työryhmän koko eli henkilöresurssi ja näiden perusteella kyetään laskemaan aika, jonka tehtävän tekeminen kestää. Tehtävän kestoon vaikuttavat seuraavat asiat: työryhmän koko ja ammattitaito, kohteen koko, rakennustekniset ratkaisut, muiden resurssien kapasiteetit (koneet ja laitteet), olosuhteet ja työsuunnittelun taso. Näiden lisäksi oleellisesti vaikuttaa palkkaustapa, jonka mukaan työryhmälle maksetaan. Urakkapalkallinen tekee tehokkaammin kuin tuntipalkkalainen. (RATU-Aikataulukirja 2013, s.23.)

2.3.7 Työjärjestyksen suunnittelu ja valinta

Työtehtävät ovat riippuvaisia toisistaan, työvaiheet ovat riippuvaisia toisistaan ja tekojärjestykset ovat riippuvaisia toisistaan. Riippuvaisuudet voidaan jakaa neljään eri ryhmään (ks. kuvio 2).

Looginen	Olosuhde	Tekinen	Resurssi
<ul style="list-style-type: none"> •Ehdottomia •Tekninen suoritusjärjestys 	<ul style="list-style-type: none"> •Sopimukset •Olosuhde •Työmaajärjestelyt 	<ul style="list-style-type: none"> •Toteutustekniset seikat 	<ul style="list-style-type: none"> •Siirtyminen tehtävästä toiseen

Kuvio 2. Työtehtävien riippuvuus jaoteltuna eri ryhmiin, (RATU-Aikataulukirja 2013, s.23.)

Esimerkkejä:

- Looginen riippuvuus on hormipurun ja viemärinousun välillä.
- Olosuhderiippuvuus on silloin kun työt on aloitettava tietystä rapusta.
- Tekninen riippuvuus, kun lattiavalun tulee kuivua ennen laatoitustöitä.
- Resurssiriippuvuus: hormin muurauksen jälkeen muurarit siirtyvät muuramaan paloseiniä konehuoneeseen.

Rakennustöiden tehtävät ovat lähes poikkeuksetta keskenään riippuvaisia aloituksesta ja lopetuksesta. Lattian valutöiden on oltava kokonaan valmiit ja kuivuneet, ennen kuin laatoitustyöt voidaan aloittaa. On myös olemassa tehtäviä joiden aloitukset voidaan limittää niin, ettei toisen työn tarvitse olla kokonaan valmis toista aloitettaessa. Olemassa on myös tämän vastakohta eli työtä ei voida lopettaa ennen kuin toinen on saatettu loppuun. (RATU-Aikataulukirja 2013, s.23.)

2.3.8 Tehtävien ajoitus, tahdistus ja rytmitys

Linjasaneeraushankkeessa töitä tahdistaa talotekniikka. Tämä tuo haasteita rakennusteknisten töiden tahdistamiselle siten, että työ ei keskeydy ja aloitusvälit kestävät häiriöt. Tahdistamisella pyritään siihen, etteivät työt mene päällekkäin ja aloitus-lopetusvälit pysyisivät samoina. (Erno Olkkonen, luentomateriaali, korjausrakentamisen toteutus kurssi.)

Rakennustöiden järkevällä rytmittämällä saadaan kestävä ja jatkuva tuotanto. Rytmityksen avulla tehtävät saadaan jatkuviksi häiriöttä työkohteiden välillä. Rytmitystä voidaan tehdä aloitus- ja lopetus-suhteilla, työryhmien koolle, väistömestoilla ja teknisillä ratkaisuilla. (RATU-Aikataulukirja 2013, s.24.)

2.3.9 Tuotantoa palvelevan aikataulun teko

Korjausrakentamisessa on yleisesti käytössä vain jana-aikataulu. Tämä on outoa, sillä vinoviiva-aikataulun, kuten paikka-aikakaavion informaatioarvo, on huomattavasti suurempi kuin jana-aikataulun.

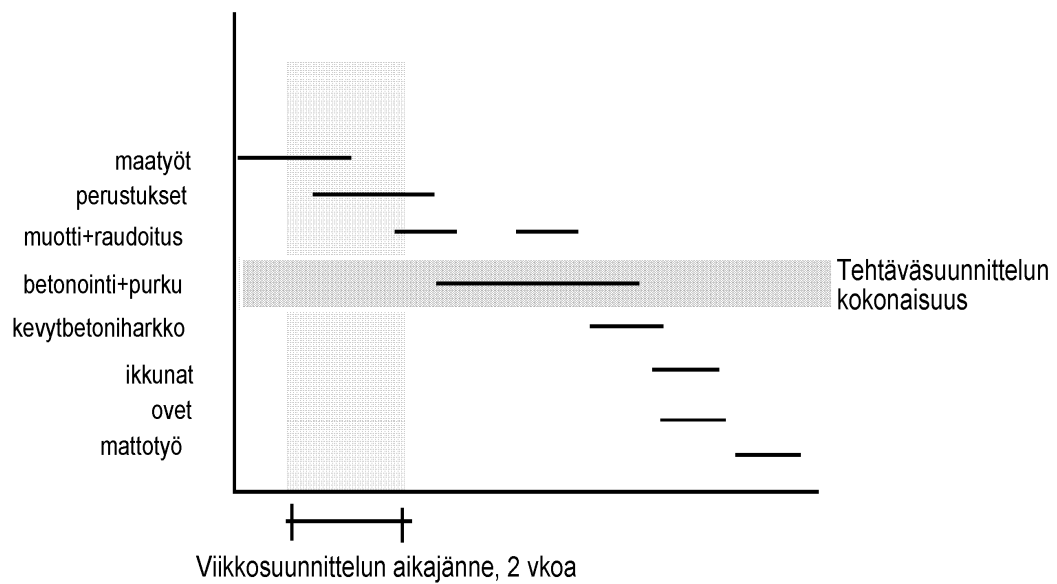
Paikka-aikakaaviossa nähdään, mitä tapahtuu, milloin tapahtuu ja missä tapahtuu. Pysty-akselilla kuvataan rakennuksen osia sekä tehtäviä, vaakakselilla aikaa. Tehtävät sijoitellaan vinoviivoiksi siten, että ne osoittavat aikaa ja paikkaa tarkkailuhetkellä. (RATU-Aikataulukirja 2013, s.25.)

2.3.10 Linjasaneeraushankkeen aikataulu

Aikataulun avulla ohjataan sekä valvotaan tuotantoa ja seurataan aikataulussa pysymistä. Kevyimmillään aikataulu voi olla vain valvontavinjetti, jossa näkyy, onko työ aloitettu, kesken vai valmis. Parhaimmillaan aikataulu voidaan luoda resurssipohjaiseksi paikka-aikakaaviona, jolloin nähdään, missä tuotetaan, mitä tuotetaan ja millä tuotetaan. Aikataulun tarkkuus määräytyy hankkeen laajuuden mukaan ja sitä on päivitettävä kun siinä hankkeessa edetään. Aikataulu voi myös koostua usean erilaisen aikatauluratkaisun yhdistelmästä. (opinnäytetyö Juuso Oilinki) (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 62.)

Aikatauluja tehdään myös monelle eri osa-alueelle, esimerkiksi yleis-, hankinta-, suunnitelma- ja viikkoaikataulu. Näillä eri osa-alueen aikatauluilla pystytään hallitsemaan sekä valvomaan kustannuksia, hankintoja ja resursseja. Niihin voidaan myös sitouttaa sopimukset esimerkiksi aliurakoitsijoiden kanssa. (opinnäytetyö Juuso Oilinki) (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, 62.)

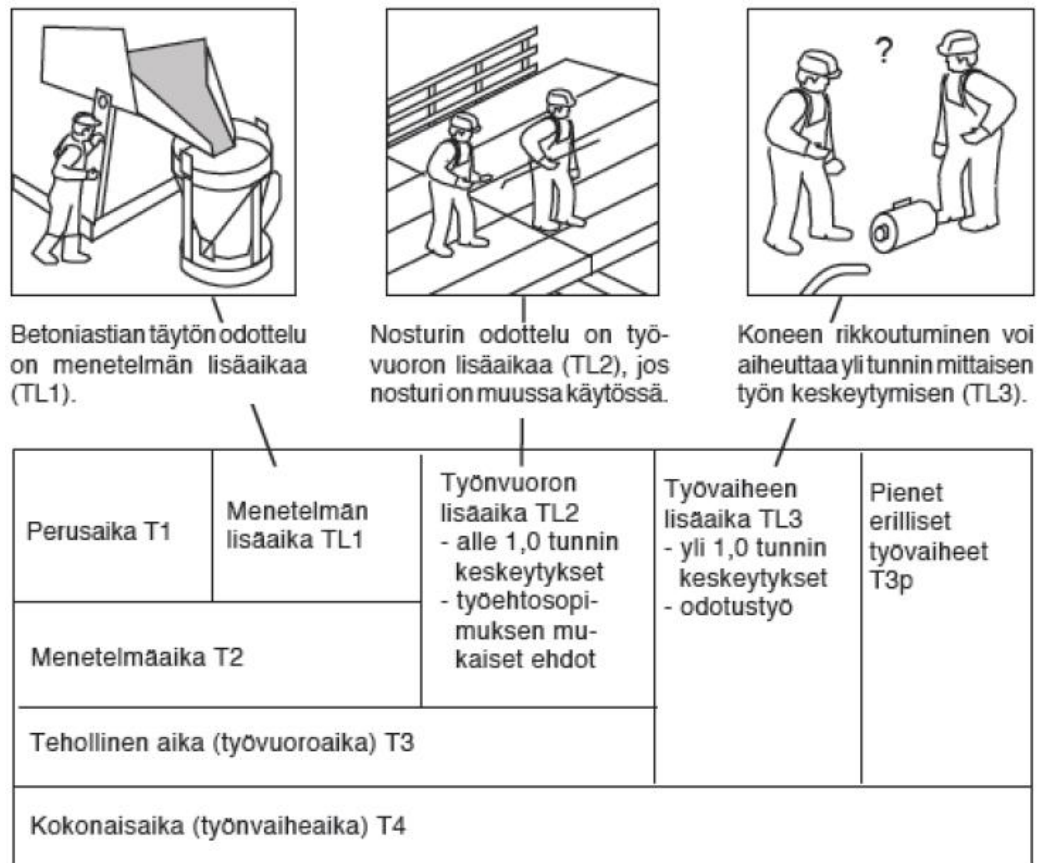
Tehtäväsuunnittelu / Viikkosuunnittelu



Kuva 4. Esimerkki viikkoaikataulusta. (<http://www.mittaviiva.fi/ratufLOW/> luettu 12.4.2013)

2.3.11 Linjasaneeraushankkeen kestot

Työvaiheaika, T4-aika kertoo kokonaisajan, jonka työvaihe tarvitsee. Se sisältää tunnin mittaiset, tai sitä suuremmat, työnkeskeytykset. Työvaiheajoilla luodaan yleisaikataulu. T4-aika saadaan kertomalla tehollinen aika (tv) T3-aika TL3 kertoimella. TL3-kerroin vaihtelee työlajeittain ja tilojen koon mukaan. (opinnäytetyö Juuso Oilinki) (Koskenvesa – Sahlstedt 2011, s.62.)



Kuva 5. Kuvassa esitetty eri aikataulukäsitteet (Koskenvesa - Sahlstedt 2011, s63.).

3 Tutkimuksen tavoite

Tutkimustyön tavoite on luoda linjasaneeraushankkeelle toimintamalli, joka on avuksi tehdessä yleis- ja työaikataulua. Toimintamallissa on tarkoitus huomioida myös niitä tekijöitä, joita ei normaalisti huomioida aikataulussa, mutta vaikuttavat välillisesti siihen. Välillisiä vaikutteita pyritään kuvaamaan myös malliaikataulussa. Näitä ovat esimerkiksi materiaalien kuivumisajat. On myös tarkoitus tutkia erilaisia toteutustapoja työvaiheille ja kuinka materiaalivalinnoilla voidaan vaikuttaa aikatauluun. Mallissa tuodaan myös esille keinoja, joilla valvotaan aikataulun toimimista sekä siinä pysymistä.

Toimintamalli tulee sisältämään toistuvan tilakorjauksen aikatauluhallinnan keskeisimmät asiat tiivistettynä. Toimintamallilla tullaan toteuttamaan esimerkkikohteen aikataulu, jonka toteutumista seurataan käytännössä.

3.1 Tutkimusmenetelmät

3.1.1 Kirjallisuus

Tutkimukseen johtavan ongelman ratkaisemiseksi ei välttämättä tarvita empiirisiä tutkimuksia. Yleensä rakennusosalalla tuotantoon liittyvät ongelmat ovat yleisiä ja niitä on jo aikaisemmin pyritty ratkaisemaan. Kenttätutkimus ei kuitenkaan ole tarpeetonta, sillä se avartaa tutkijan näkemystä ja muuttaa sitä, miten luettua kirjallisuutta tulkitaan. Kirjallisuus tutkimuksessa usein käytetyt aineistot ovat: taustatiedot omasta kohteesta, esimerkkejä vastaavista, erilaiset mallit, aikaisemmin tuotetut teokset sekä henkilökontaktit. (Aalto-yliopisto, luettu 15.3.2013)

Henkilökontakteja pidän itse tärkeimpänä lähteenä, nimittäin syventävä keskustelu tutkittavasta aiheesta tai sen osa-alueesta on äärimmäisen ajatuksia herättävää ja avartavaa.

Tässä työssä on käytetty lähteenä Rakennustiedon ja Rakennusinsinööriliiton julkaisuja sekä vanhoja opinnäytetöitä. Näiden lisäksi on tehty haastatteluja ja pidetty aivoriihiä.

3.2 Ongelma

Rakennusurakan yleisaikataulu tehdään yleensä rakennusmassojen mukaan. Ongelma, joka käynnisti tämän tutkimustyön, oli teoreettisen ajan toteutumattomuus käytännössä. Laskennallinen aika ei toteutunut käytännössä, mikä johti yli 30 % pidempiin suoritusaikoihin. Tämä vaikuttaa olennaisesti hankkeen kustannuksiin ja sen myymiseen.

3.3 Näkökulma ja rajaus

Tutkimustyö tehdään urakoitsijan näkökulmasta, painottaen asiakaslähtöisyyteen. Mallissa otetaan käsittelyyn vain ne työsuoritteet, joita esiintyy viemäri- ja vesilinjojen uusimisessa. Tämä rajoittaa tilakohtaisen tarkastelun kylpyhuoneeseen sekä wc-tiloihin. Keittiössä tehtävät työt eivät ole tahdistavia huomattavasti kevyempien rakenteiden takia.

4 Projektin kulku

4.1 Esitutkimus

Esitutkimuksen aikana luotiin kuva linjasaneeraushankkeen luonteesta, mahdollisuuksista sekä perehdyttiin aikataulusuunnitteluun. Keskeisempänä asiana havaittiin, että aikatauluohjetta linjahankkeelle ei ollut. Paljastui myös, että linjasaneeraushankkeen ajallisesti haastavimpia osuuksia ovat hankkeen osapuolet ja heidän tarpeensa sekä puutteensa. Näiden lisäksi ajallisesta suunnittelusta tekee haastavaa korjausrakentamisen yleinen fraasi ”ikinä ei tiedä mitä vastaan tulee”. Tämä johtuu siitä, että rakennukset ovat usein vanhoja, eikä tiedetä tarkasti rakennepaksuuksia, materiaaleja tai aikaisemman työn laatua. (Haastattelupöytäkirja.)

Esimerkkinä tästä eräs kohde, jossa oli määrä poistaa kylpyhuoneen seinistä irtonainen kiviaines. Oletus oli, että seinissä on 30 mm paksu tasausrappaus, joka pysyy osittain lujaa kiinni. Todellisuus paljastui ensimmäisen purun yhteydessä ja se oli yli 50 mm rappaus, joka oli lähes täysin irtonaista. Tämän alta paljastui vanha ja hauras tiili-seinä. Etukäteen oli mahdotonta varautua näin mittavaan lisätyöhön, sillä tiilirakenne piti stabiloida ennen uuden rappauksen tekoa.



Kuva 6. Puhdas tiilipinta erään kohteen kylpyhuoneesta.

4.2 Aikataulun luominen

4.2.1 Kohteen esittely

Esimerkkikohde, josta yleisaikataulu tehtiin, sijaitsee Helsingissä Haagan kaupunginosassa. Kyseessä oli asuinkerrostalo. Kohteen omistama asunto-osakeyhtiö tilasi Rakennusyhtiö Muhoselta linjasaneerausurakan. Urakkamuoto oli kokonaisurakka, jossa Rakennusyhtiö Muhonen toimi pääurakoitsijana. Urakka sisälsi asunto-osakeyhtiön vesijohtojen, viemäreiden ja sähköjärjestelmien uusimisen sekä kylpyhuoneiden peruskorjauksen ja taloteknisiin töihin liittyvät rakennustekniset työt ja rakennusaputyöt.

Kuva 7. Kohteen julkisivu B-rapun edestä.



Kuva 7. Kohteen julkisivu, kuvakaappaus Google maps

Kohteen tiedot

Kaupunginosa	Haaga	rakennustyyppi	asuinkerrostalo
rakennusvuosi	1956	rakennuksia	1 kpl
tontti	2438 m ²	asuntoja	20 kpl
kerroksia	3 kpl	rakennustilavuus	4650 m ³
huoneistoala	904 m ²	kerrosala	2370 m ²
liikehuoneistoja	2 kpl	porrashuoneita	2 kpl
saunaosastoja	1 kpl	pesutupia	1 kpl
Kylmäsäilytystiloja	1 kpl	UVV	1 kpl

4.2.2 Aikataulu

Aikataulun teon lähtökohtana oli, että se huomioisi kaiken ja olisi täysin teoriapohjainen. Teoriapohjaisella tarkoitetaan sitä, että siihen eivät vaikuta sosiaaliset syyt, eikä kokemuseräisellä tiedolla ole suurta merkitystä.

Lähtötietoina olivat urakkalaskentamateriaalit sekä alustava järjestys, miten linjoissa edetään. Aikataulun teko rajoitettiin pelkkiin kylpyhuoneisiin ja niiden rakennustekniset työt otettiin laajemman tarkastelun alle. Alustavat työjärjestys oli linjoittain 3,2,1 ja 4,5,6 sekä kellari erikseen. Kellarin työsuoritteita ei pilkottu, koska työ rajattiin kylpyhuoneisiin ja wc-tiloihin.

Kohteessa oli kaksi rappua, jokaisessa rapussa kolme linjaa. Linjat numeroitiin 1-6, siten, että A-rapussa linjat 4-6 ja B-rapussa 1-3. Linja tarkoittaa vesi- ja viemäriputkien pystynousuja, jotka haaroittuvat asuntoihin.

Asuntojen kylpyhuonetilat olivat laskennallisesti hyvin samankokoisia ja muotoisia. Eroavaisuuksia oli ainoastaan linjassa 2, jossa yhdessä linjassa oli kaksi asuntoa joka kerroksessa. Muissa linjoissa oli vain yksi asunto joka kerroksessa. Tämä tarkoittaa sitä, että linjassa 2 oli tahdistavia töitä enemmän kuin muissa. Laskennan aloitin laskemalla suoritemääriä piirustuksista sekä poimimalla niitä laskennan massaluettelosta.

Kohteessa käytetyt nimikkeet:

Suojaus	Purku
Timanttikoraukset	Roilotukset
Vesi- ja viemärinousut	Painekoe
Putkieristys	Vesi- ja viemärihajotus
Sähköputkitukset	Rappaus ja tasoitus
Lattiavalut	Seinien vesieristys
Lattian vesieristys	Seinien laatoitus
Lattian laatoitus	Maalaustyöt
LVI-kalustus	Kalustus
Alakatot	Itselleluovutus
Puutteiden korjaus	Loppusiivous
Vastaanottotarkastus	Käyttöönotto

Seuraavassa vaiheessa laskettiin asuntokohtaiset ajat T3-ajalla työosittain, jolloin saatiin aika, kuinka kauan jokainen työ vaatii tehollista työaikaa asunnossa. Lopullinen työaika saatiin kertomalla T3-aika TL3-kertoimella jolloin ajaksi saadaan T4, työvaihe-aika. On perusteltua miettiä työvaiheajat ensin asuntokohtaisesti. Tämä siksi, että kun aikataulua seurataan tuotantovaiheessa, saadaan tarkempia havaintoja ja nopeammin, jos aikataulu alkaa pettää. Kun jokainen työvaihe on eritelty, pystytään myös reagoimaan resurssipohjaisesti ongelmallisiin kohtiin. Resurssipohjainen reagointi muodostuu ongelmaksi näin pienessä kohteessa. Jokaisen kylpyhuoneen pinta-ala oli noin 4 m². Tilan ahtaus esti useamman henkilön työskentelyn tilassa. Tämä tarkoittaa, että mikäli aikataulu pettää, joudutaan työvuoron pituutta muuttamaan. Tästä johtuen työvaiheet tulee tahdistaa oikein. Työntahdistamisella tarkoitetaan työtehtävien sijoittamista siten, että mestat eivät pääse loppumaan. Tältä on vaikea välttyä, etenkin sähkötöiden osalta.

Alla on esimerkkilasku suojauksen kestosta yhdessä asunnossa. Oletuksena 8 h työvuoro.

$$\frac{7m^2 \times 0,56 \frac{tth}{yks} \times 1}{8h} = 0,49 TV \text{ (työvuoroa)}$$

Suojausta arvioitiin olevan noin $7m^2$ joka asunnossa ja suojaukselle katsottiin RATU-aikataulukirjasta ajaksi $0,56 \frac{tth}{yks}$. Kesto on keskiarvo lattian suojaukselle sekä osastoivien seinien teolle. TL3-kertoimeksi valittiin 1, koska työ oli helppo, muita vaihtoehtoja olisivat olleet 1,0...1,2. Tämän jälkeen tulos jaettiin oletetulla 8 h kestäväällä työvuoron pituudella, jolloin saatiin asuntokohtainen suojaukseen tarvittava aika työvuoroina, 0,49 TV eli noin puoli vuoroa resurssilla 2 RM (rakennusmies).

Kuvassa 8 esitetään suojauksen ja purkujen kestot yhdessä asunnossa linjassa 3.

Asuntokohtaiset työmenekit

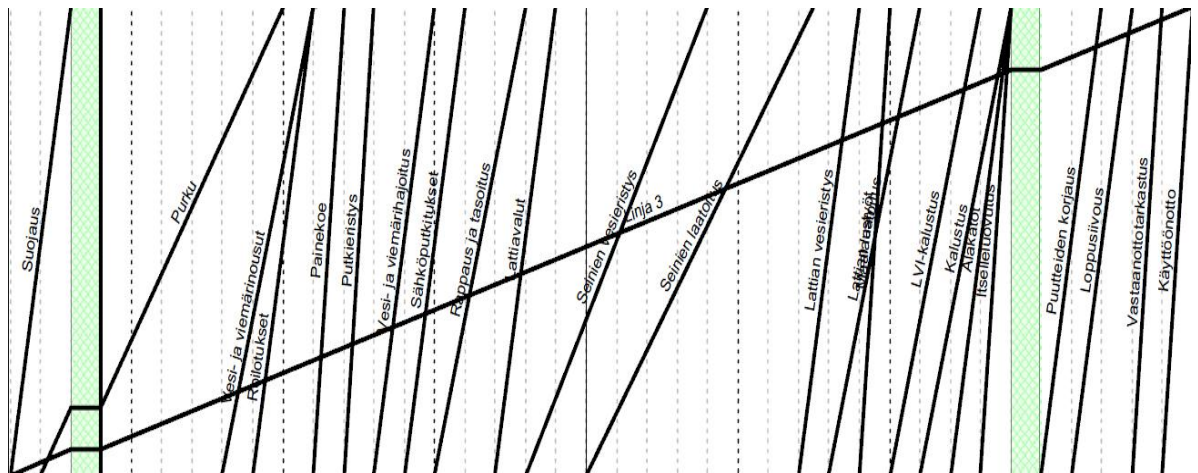
Asuntokohtaiset työmenekit		T3										
		Määrä	yks	tth/yks	Yht. tth		TL3	T4-aika		TV		Työryhmä
Suojaus		7	m2	0,56	3,92		1	3,92		0,49		2RM
purku, seinät		20	m2	0,44	8,8		1,2	10,56		1,32		2RM
purku, lattiat		4	m2	1,25	5		1,2	6		0,75		2RM

Kuva 8. Ote asuntokohtaisesta työajasta.

Laskennalliseksi ajaksi saatiin linjoille 1,3,4,5 ja 6 kaikkine töineen 37 työpäivää ja linjalle 2, 57 työpäivää. Työpäällikkö oli rajoittanut linjakohtaisen työajan 35 työpäivään linjoilla 1,3,4,5 ja 6 ja linjassa 2, 50 työpäivään. Lähtökohtaisesti tämä tarkoittaa sitä, että alusta asti joudutaan työvuoroja pidentämään, sillä resurssien lisäys tilojen ahtauden vuoksi tulisi nopeasti vastaan. Tästä kohteesta tehdyt aikataulut ovat työn liitteenä.

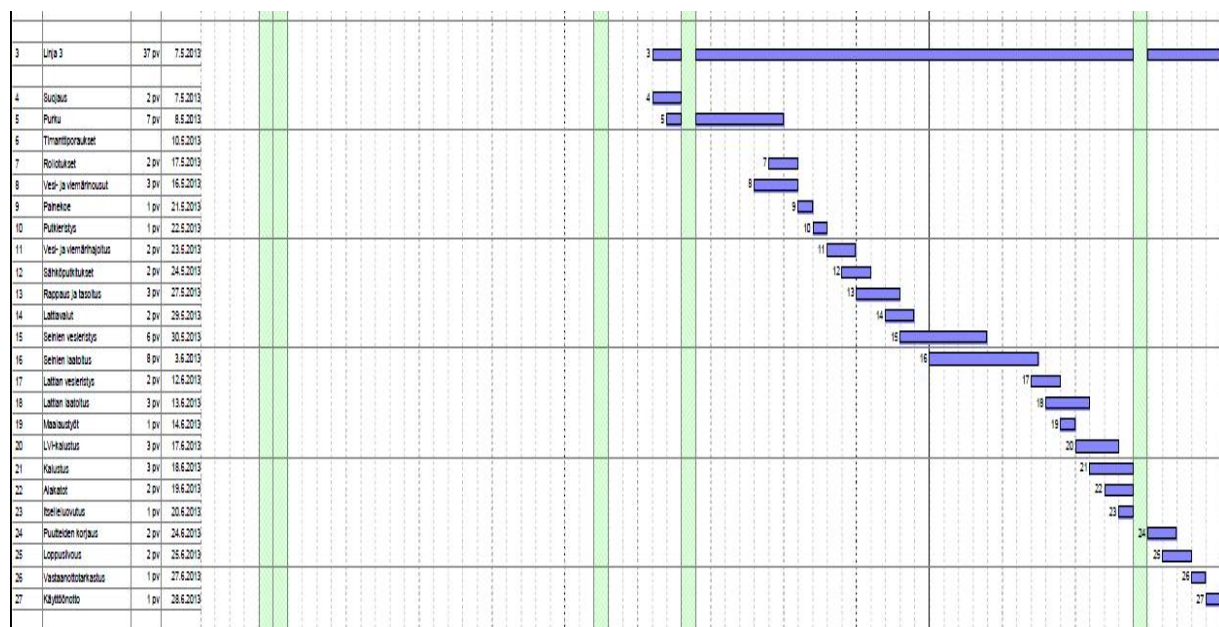
Tuotettiin kaksi erilaista graafista aikataulua, paikka-aikakaavio sekä jana-aikataulu. Laskelmista sijoitettiin saadut töiden kestot aikatauluihin ja määriteltiin eri työvaiheiden aloitusvälit. Jokaisen linjan aloituksen sijoitettiin tiistaipäiviin ja lopetuksen torstaipäiviin. Perustelut tälle on kokemuspohjainen, sillä viikonloppua edeltävä ja seuraava päivä ovat työteholtaan huonompia verrattuna viikon kolmeen muuhun arkipäivään. Se myös antaa joustovaraa: mikäli edeltävä työvaihe ei pääty suunnitellusti, on neljä päivää aikaa korjata tilanne.

Alla on 3-linjan paikka-aikakaavio. Suuren skaalauksen takia kuva on hivenen epäselkeä. Linjat olisi hyvä lohkoa myös asuntoihin, mutta teknisistä syistä tämä ei ollut mahdollista. Tehtäviivojen päällekkäisyyttä tulee välttää, etenkin kun kyseessä on näin pieni kohde.



Kuva 9. Paikka-aikakaavio esimerkkikohteesta.

Kuva 10 on 3-linjan jana-aikataulu. Suuren skaalauksen takia kuva on epäselkeä. Jana-aikataulu toteutettiin paikka-aikakaavion ehdoilla. Vasemmassa reunassa ovat nimikkeet. Vaaka-akselilla olevat palkit kuvaavat tehtävien kestoja. Vihreät pystypalkit ovat arkipyhiä, joiden aikana ei tehdä töitä.



Kuva 10. Jana-aikataulu esimerkkikohteesta

5 Tutkimustulokset

Kirjallisuuden, haastattelujen sekä kokemuksen perusteella saatiin viitteitä siitä, mitkä ovat aikataulun ongelmia. Ongelmia ei ole itse aikataulun tekemisessä vaan haastavinta on sen ohjaus ja valvonta sekä puute halusta tehdä asioita.

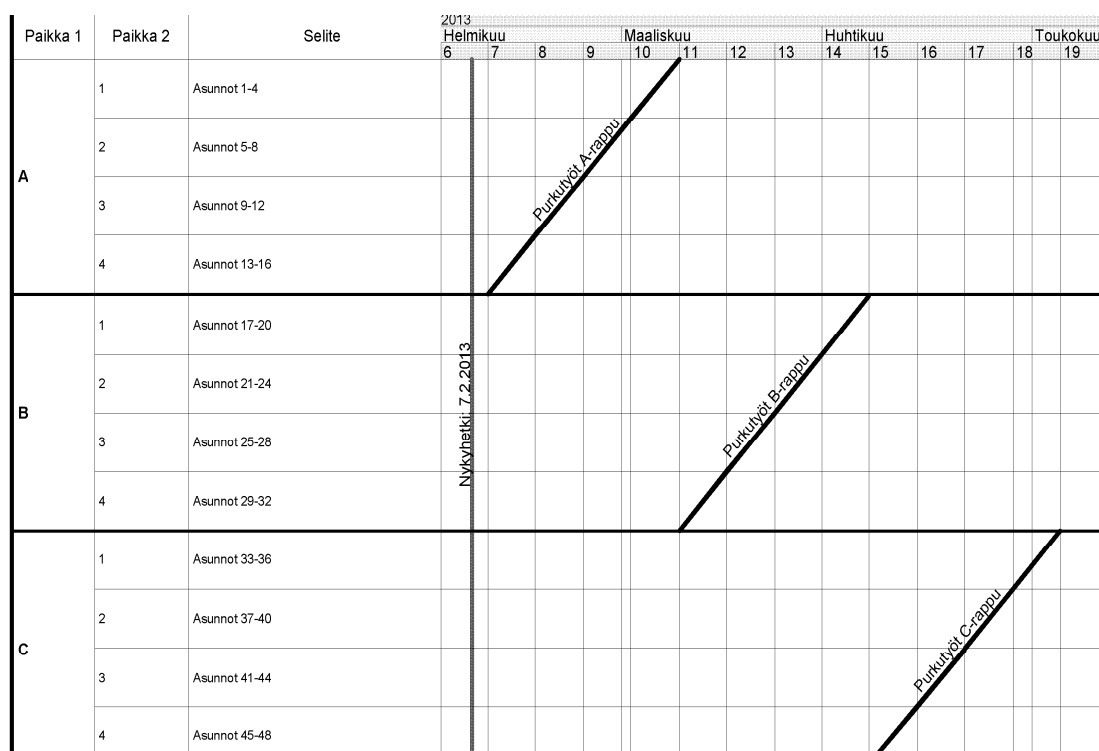
Tässä luvussa kerrotaan aikataulusuunnitteluun sekä sen hallinnan kannalta keskeisiä asioita, joilla havaittiin olevan suurta merkitystä linjasaneeraushankkeen läpiviemiseen.

5.1 Aikataulun seuranta

5.1.1 Paikka-aikakaavio

Paikka-aikakaavio on yleisesti käytössä uudisrakentamisessa ja nyt myös pikkuhiljaa tulemassa korjausrakentamisen puolelle. Jos yhtiön tarkoitus on tuottaa linjasaneeraus- ja korjaushanke, on paikka-aikakaaviomallista aikataulua harkittava vakavasti.

Monet ovat sitä mieltä, ettei se palvele korjausrakentamisessa oikein ja on vain epäselkeä viivaviidakko. Tältä se näyttää ennen kuin havaitaan sen hienoudet. Paikka-aikakaavio näyttää, mitä tapahtuu, missä tapahtuu ja koska tapahtuu. Lohkomalla linjat eri rakennusosiin, esimerkiksi rappuihin ja raput linjoihin tai kerroksiin, riippuen valitusta suoritusjärjestyksestä, auttaa kaavio työnjohtoa seuraamaan töiden edistymistä.



Kuva 11. Esimerkki paikka-aikakaaviomallisesta aikataulusta. Pystyakseli näkyvät paikat, vaakaksi akseli aika.

5.1.2 Valvontavinjetti

Valvontavinjetti on helppokäyttöinen aikataulun sekä tuotannon seuraamiseen tarkoitettu työkalu. Yksinkertaisimmillaan siinä esitetään työntehtävän aloitus ja valmistuminen siinä vaiheessa, kun toiminto on toteutunut. Ei viivoja = ei aloitettu, 1 viiva = aloitettu, 2 viivaa = valmis

A1	Rappaus työ	Lattiavalu	Seinien vesier.	Seinien laatoit.	Lattian vesier.
A2	Rappaus työ	Lattiavalu	Seinien vesier.	Seinien laatoit.	Lattian vesier.
A3	Rappaus työ	Lattiavalu	Seinien vesier.	Seinien laatoit.	Lattian vesier.
A4	Rappaus työ	Lattiavalu	Seinien vesier.	Seinien laatoit.	Lattian vesier.
A5	Rappaus työ	Lattiavalu	Seinien vesier.	Seinien laatoit.	Lattian vesier.

Kuvio 3. Valvonjavinjetti

5.2 Aliurakoitsijoiden valvonta

Aliurakoitsijoiden valvonta ja hallinta alkaa aliurakkasopimuksesta. AU tulee sitouttaa niihin resursseihin ja aikatauluun, jotka hän on myynyt tai häneltä on ostettu. Työt alkavat juuri sillä samalla hetkellä kun on sovittu, ei päivää jälkeen. Ja nimenomaan työt, ei materiaalien hakeminen, työhalujen hakeminen tai muu sellainen, vaan työ, joka on tilattu.

Myöskään urakan purkamista ei tule pelätä. Ei hyvien tapojen mukaista, mutta toimivaa on purkaa isossa urakassa jokin urakkasopimus jo esimerkiksi, mikäli aihetta löytyy ja se on laillista.

Jos aikataulusta syystä tai toisesta ollaan myöhässä, voidaan aliurakoitsijalta tilata aikataulun kiristäminen muutostyönä. kahdessa vuorossa tekeminen on tässä tapauksessa järkevää. Tästä voi aiheutua kustannuksia, mutta jos vuorotyönä tehdään, on aliurakoitsijan vaikea osoittaa, että mistä lisäkustannuksia syntyy. YSE-1998 sanoo "43 § Muutostyövelvollisuus, 1. *Urakoitsija on velvollinen toteuttamaan tilaajan vaatimat muutostyöt, elleivät ne olennaisesti muuta urakkasuoritusta toisen luonteiseksi.*"

5.3 Materiaalien oikea käyttö ja valinnan merkitys aikataulun kannalta

Jos rakennuttaja ei ole tarkasti määritellyt jotain tuotemerkkiä kohteeseen, on valittava tuote, joka on kustannustehokkain. Se ei aina tarkoita halvinta, vaan on huomioitava myös epäsuorat vaikutukset. Esimerkiksi toiset lattiatasoitteet ovat herkempiä työvirheille kuin toiset. Erityisiä huomioita kaipaavat materiaalit, jotka tarvitsevat kuivumisaikoja.

5.4 Hankinnat

5.4.1 Asukasmuutokset

Asukasmuutoksien hallinta vaikuttaa oleellisesti asuntokohtaiseen aikatauluun. Aikataulu on tehtävä siten, että asukkaille jää aikaa miettiä materiaalivalintoja mutta kuitenkin siten, että heiltä saadaan päätös annetussa ajassa. Tätä helpottamaan kannattaa hommata työmaalle näytekappaleita, joita heille kaupataan. Ja kauppaaminen on avain asukasmuutosten hallintaan. On tärkeää saada mahdollisimman monelle myytyä samanlainen tuote. Jos jokainen asukas päättää mielivaltaisesti esimerkiksi oman laattansa, voi olla varma että ongelmia on edessä, mikäli lähes jokaiseen asuntoon tulee erilaiset. Myös kaikki materiaalilaukset tulee tehdä pääurakoitsijan kautta, eikä antaa asukkaiden itse hoitaa hankintoja. (Haastattelupöytäkirja.)

5.4.2 Lisä- ja muutostyöt

Yleisaikatauluun on jätettävä väljää lisä- ja muutostöiden varalta. Vaikka lisä- ja muutostöitä ilmetessä urakoitsija on oikeutettu saamaan lisäaikaa, harvemmin sitä osataan pyytää tarpeeksi ajoissa. Lisä- ja muutostöitä ilmetessä on muistettava välittömästi reagoida siihen resurssipohjaisesti taikka lisäajalla. Jos ajattelumalli on se, että oletetaan lisätyön hoituvan ilman työpanoksen lisäystä, niin kyseinen työsuorite on poissa toisaalta.

5.5 Muuta aikataulun kannalta huomioitavaa

Lähtökohtaisesti ajatus linjahankkeen aikataulun pitämisestä on, että kaikki, mitä voidaan tehdä nyt, tehdään. Jätetään aikatauluun varatut häiriöajat mieluummin loppuun kuin alkuun.

Yleisaikataulua tulee päivittää sitä mukaa kun työt etenevät. Jos purut ovat edellä, tulee se päivittää aikatauluun ja merkata päiviteteksi. Jos taas myöhässä, se päivitetään aikatauluun ja samalla siihen reagoidaan, jotta alkuperäisessä aikataulussa pysytään.

6 Johtopäätökset

Insinööriyön käynnisti ongelma, jossa teoreettiset ajat eivät kohtaa käytäntöä. Jos mietitään, mitä tämä tarkoittaa, se tarkoittaa, että yrityksen käyttämät resurssit eivät toimi samalla tavalla kuin aikatauluohjeet olettavat. Toinen vaihtoehto on se, että resursseja ei ohjata samalla tavalla kuin aikatauluohjeet olettavat.

6.1 Resurssien toimimattomuus

Resurssi eli voimavara, toiminnan edellytys voi olla henkilö, joka on myynyt työpanoksensa yritykselle. Resurssi voi olla myös kone tai laite, mutta useimmiten ongelmia ei ole näissä, etenkin jos kalustosuunnitelma on tehty.

Kun suunnitellaan aikataulua, täytyy selvittää tarvittavat työmäärät. Työmäärien perusteella saadaan tarvittavat resurssit, jotka sitoutetaan aikatauluun. Aikataulun toimivuus on kiinni siitä, että käytössä on koko ajan se määrä työpanosta ja resursseja kuin on suunniteltu. Jokainen puuttuva työpanos, vaikuttaa siihen, että rakennusta ei tuoteta sitä vauhtia kuin on suunniteltu.

Esimerkkinä tästä: Urakkaan kuuluu kylpyhuoneiden laatoitustyöt. Henkilöresursseja on varattu kaksi laattamiestä ja yksi apumies, jotta aikataulu toimii. Kohteessa uusitaan myös keittiökaapit, mutta välitilojen laatoitusta ei ole urakassa. Taloyhtiö päättää tilata välitilojen laatoitukset lisätyönä. Välitilojen laatoitus ei ole millään tavalla tahdistava työvaihe, mutta silti työpanosta kuluttava.

Kyseessä on myös niin pieni työ, että taloyhtiö ei suostu lisää aikaan kohteen luovutuksessa. Tähänkin pieneen työhön on lisättävä työpanosta. Kun laattamies laatoittaa välitiloja, urakan mukaiset työt eivät etene. Reagoidaanko resurssipohjaisesti vai työvuoroa pidentämällä?

Resurssien toimimattomuudessa on myös kyse työntekijän haluttomuudesta tehdä asioita kunnolla tai ollenkaan. Mielenkiinnonpuute saattaa olla henkilösyys, mutta myös usein näkee aliurakoitsijan siirtelevän työntekijöitä työmaalta toiselle, jolloin sidosta kohteeseen ei synny. Aliurakoitsijalta on vaadittava tarvittavat resurssit ja sidottava heidät kohteeseen. Aliurakoitsijan on osoitettava myös, että sairastumisen tai muun poissaolon sattuessa heillä on sijainen varatun resurssin korvaamiseksi.

Yksi havainnoista oli, että tarvittavia resursseja ei ole. Mikä on sellainen ja niin vaativa työ rakennusosalalla, johon ei pystyisi kouluttamaan henkilöä, jolla on taipumusta käden-taitoihin? Itselle tulee mieleen sukellustyöt ja luvanvaraiset työt, ei muita. Mainitsemiani töitä ei tarvitse linjasaneerauksessa. Laatoitustyöt ovat tarkkuutta vaativia, mutta ei ylivoimaisia. Tätä kappaletta ei tarvitse ottaa kirjaimellisesti, mutta ajatusta herättävästi sekä asennetta muuttamaan.

6.2 Resurssien ohjaus

Työaikataulu on tuotannon työkalu. Hyvästä työaikataulusta näkee, milloin työvaiheiden on alettava ja loputtava sekä paikka missä työ tapahtuu. Mikäli tätä suunniteltua aikataulua ei valvota eikä ohjata, lähtökohtaisesti työmaan valmistuminen aikataulussa on mahdotonta. Päätelmänä yleisesti voidaan pitää, että jos ohjausta ja valvontaa ei ole, on aivan sama, kuinka hienoja suunnitelmia on tehty.

Työmaa uskoo liian helposti aliurakoitsijoiden lupauksiin ja tuudittautuu siihen. Ohjaus tulee aloittaa jo urakkaneuvotteluista, joissa on hyvin tärkeää saada kirjattua urakkanuuvottelupöytäkirjaan ne asiat, jotka olennaisesti vaikuttavat aliurakoitsijan ohjaukseen ja valvontaan. Aloituskokouksessa tulee aliurakoitsijalta vaatia työsuunnitelmaa tekemästään työstä ja varmistua aliurakoitsijan kyvystä sekä halusta toteuttaa työ vaaditulla tavalla. Aliurakoitsija on sakoilla sidottava välitavoitteisiin, joita tulee sijoittaa työstä riippuen runsaasti, etenkin jos kyseessä on tahdistava työ.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia linjasaneerauksen aikataulun ja sen hallinnan ongelmia. Tarkoitus oli yhtenäistää linjasaneerauksen toimenpiteitä aikataulun osalta ja löytää syy, miksi teoreettiset ajat eivät toteudu käytännössä.

Helsingissä Haagan kaupunginosassa sijaitsevaan asuinkerrostalon linjasaneeraukseen laadittiin paikka-aikakaavio ja jana-aikataulumalliset aikataulut. Aikataulujen toimivuutta seurataan nyt käytännössä, mutta valitettavasti teoreettisen ja toteutuneen ajan vertailu ei ehtinyt tähän opinnäytetyöhön. Ongelmat, jotka ilmenivät tämän tutkimustyön aikana, eivät liittyneet yleisaikataulun suunnitteluun vaan sen hallintaan ja ohjaukseen.

Niin kuin monet kerrat tämän työn aikana havaittiin, aikataulun ongelmat eivät liity tehtyjen suunnitelmien sisältöön vaan niiden toteutukseen. Tehtyjä suunnitelmia ei käytetty työkaluina, vaan ne olivat lähinnä kulisseeja. Muita aikataulun ongelmia liittyi lisä- ja muutostöihin.

Esille nousivat monesti asukasmuutokset ja niiden hallinta. Ongelmat olivat haastattelujen perusteella lähes samoja. Asukkaat eivät saa tehtyä materiaalivalintoja annetussa ajassa ja/tai he toimittavat itse materiaalit, joiden soveltuvuus kohteeseen on välillä kyseenalaista. Kun asunnot eivät ole yhtenäisiä ja jokaiseen asuntoon tulee jotain erikoista, eivät työt etene suunnitellusti.

Kaikki haastateltavat mainitsivat purkutöiden olevan yllätyksellisimpiä töitä linjasaneerauksessa. Havaittiin, että juuri purkutöissä tulee ongelmia aikataulussa pysymisen kannalta. Purkutöissä tulevien lisätöiden määrä on yleensä niin suuri, että lisääaikaväde on perusteltua. Lisääaikaa tulee vaatia heti, kun työmäärä lisääntyy.

Tutkimustyössä ilmeni myös havaintoja resurssien hankinnassa. Hyvin olennaiseksi muodostui, että henkilöresurssit pysyisivät samoina, koko hankkeen aikana. Urakkaan hyvin sitoutettu porukka on motivoituneempaa ja tehokkaampaa työvoimaa, kuin henkilöstö joka vaihtuu lähes viikoittain. Tunnetut aliurakoitsijat miellettiin aikataulussa pysymisen kannalta merkittäväksi asiaksi.

Linjasaneerauksen eri osapuolien välisen viestinnän merkitys nousi pinnalle välillisenä aikataulun hallintana. Kun informaatio kulkee kaikille, havaitaan nopeammin virheitä ja puutteita sekä lisä- ja muutostöitä. Tällöin suunnitelmien ja hankintojen teko nopeutuu. Osakkaat osaavat nopeuttaa päätöksiään eri materiaali- ja kalustevalinnoissa, kun heidän päätöksilleen asetetaan takarajat ja varmistutaan heidän tiedostaneen sen.

Tulevaisuudessa kasvavien linjasaneerauksien onnistumisen kannalta, tätä ukkoutuvaa alaa on kehitettävä eteenpäin. Jotta linjasaneerauksen toimenpiteet voidaan yhtenäistää, on tässä työssä ilmenneitä asioita sisäistettävä. Ne on otettava käyttöön yrityksen toimintamallissa, jotta yritys pysyy kilpailukykyisenä alalla johon on tulevaisuudessa paljon tulijoita. Linjasaneeraukset on seuraavan kymmenen vuoden aikana kasvussa oleva bisnes, johon mukaan tulemiseen on matala kynnyks. Tulevaisuudessa kilpailussa pärjäävät yritykset, joiden linjasaneerauksen toimintamallin lähtökohtana on asiakastyytyväisyys, nopea toteutusaika sekä hyvä laatu, kustannustehokkaasti toteutettuna.

Lähteet

- 1 RIL 252-1-2009
- 2 Maankäyttö- ja rakennuslaki
- 3 YSE 1998
- 4 Olkkonen Erno, korjausrakentamisen toteutus kurssi, luentomateriaali, 2012
- 5 Koskenvesa, Anssi – Sahlstedt, Satu 2011, Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus, Tampere: Rakennustieto Oy.
- 6 RATU-Aikataulukirja 2013, Rakennustieto Oy ,2013
- 7 Aalto-yliopisto, <http://www2.uiah.fi/projekti/metodi/040.htm>, luettu 15.3.2013
- 8 Haastattelupöytäkirja (Liite 1) Rakennusyhtiö Muhonen Oy, vastaavat työnjohtajat, kevät 2013
- 9 Oilinki Juuso , opinnäytetyö , Paikka-aikakaavion soveltuvuus kerrostalon rakennusaikataulujen laadintaan, 2012

Haastattelupöytäkirja

Tutkimusvaiheessa haastateltiin Rakennusyrhtiö Muhosen vastaavia työnjohtajia.

1. Mitkä ovat hankalimmat haasteet linjasaneerauksen toteutuksessa ja miten niihin tulisi varautua?

Henkilö 1:

- Muutostöiden hallinta. Joka asuntoon kun tulee jotain erikoista, niin suunnitelman mukainen toteutus on välillä todellisen työn ja tuskan takana. Ei ole ihan yksi eikä kaksi asiaa joita on tehty useampaan kertaan. Ja kun pitäisi vielä rahakin niistä muutoksista saada, niin soppa on valmis.
- Asukkaiden infoaminen urakan laajuudesta ja lisätöistä. Monella on aivan ihmeellinen käsitys mitä töitä urakkaan kuuluu ja mitä ei. Asukasmuutoksista pitäisi asukasinfoissa kertoa hieman yksityiskohtaisemmin, käytännössä pitäisi hokea kuin papukaija että kaikki lisätyöt maksaa
- Aikataulu. Ensimmäiseen linjaan ja ehkä toiseenkin pitäisi varata enemmän aikaa, alun ihmettelyssä ja pyöriskelyssä kuluu pari viikkoa niin että humauttaa
- Urakoitsijoiden yhteistoiminta. Kaikki tietysti tekevät sitä omaa urakkaansa eivätkä viitsi katsoa nenäänsä pidemmälle, tästä aiheutuu sekä turhaa seisoske-
lua että asioiden tekemistä moneen kertaan.

Henkilö 2

Linjasaneerauksen toteutuksessa haastavinta on asukkaiden kanssa toimiminen.

Henkilö 3

Mielestäni osakasmuutosten sopiminen osakkaiden kanssa niin että huonekortit olisi valmiita silloin kun purkutyöt aloitetaan linjassa.

2. Mikä työvaihe vie mielestäsi eniten aikaa linjasaneerauksessa?**Henkilö 1**

Turha pyöriminen ja yleinen käyskentely vievät eniten aikaa. Työntekijät jos eivät viitsi puhua keskenään, saattaa yhdessä kopissa työt seistä yhteensä toista viikkoa sen takia, että seuraavan työvaiheen suorittaja ei tiedä että pääsisi jo hommiin.

Henkilö 2

Eniten aikaa vie kohteen asukasmuutosten, viimeisten työkuvien lukkoon saattaminen.

Henkilö 3

Purkutyöt voi jatkua hyvin pitkään, jos osakasmuutokset eivät ole selvillä kun työt pitäisi aloittaa. Toinen työvaihe on mielestäni vesieristys/laatoitus.

3. Missä työvaiheessa tulee usein yllätyksiä, jotka vaikuttavat aikatauluun?**Henkilö 1**

Purkutöissä ne useimmat yllätykset paljastuvat. Usein ovat kuitenkin sellaisia yllätyksiä, että aiheuttavat selvää lisätyötä, sekä sen seurauksena lisää aikaa. Eräässä kohteessa vedeneristysten tartuntaa on ihmetelty ja mittailtu. Yhdessä vaiheessa hommat oikeasti seisoivat sen takia kun vedeneristykset eivät valvojan mielestä olleet tarpeeksi lujaa kiinni. Sittemmin tehty vetokoe jonka mukaan tartunnassa ei ongelmia.

Henkilö 2

purkutyöt, etenkin vanhoissa taloissa.

Henkilö 3

Purkuvaiheessa ilmenee usein yllätyksiä sekä putkihajotuksissa.

4. Ovatko linjasaneerauksen ongelmat mielestäsi asia- vai henkilösyitä?

Henkilö 1

Vähän sekä että. Jos työmaalla kaikkien koppien rakenteet ovat samanlaisia ja työtavat sitä myöten selviä, aiheutuvat viivästyksset useimmiten henkilösyistä. Jos taas joka ikinen koppi on aivan erilainen ja rakenteiden ja työtapojen ihmetelyyn kuluu aikaa joka kopissa, on viivästymisen aiheuttajana sitten ne asiasyyt.

Henkilö 2

Henkilösyyt aiheuttavat mielestäni enemmän ongelmia kuin asiasyyt.

- **Henkilö 3**

Molemmissa ilmenee ongelmia.

5. Voitaisiinko mielestäsi paremmilla työsuunnitelmilla vaikuttaa aikatauluun?

Henkilö 1

Kyllä. Kun kaikilla on alusta asti selvää mitä tehdään, miten tehdään ja kuinka paljon siihen on aikaa käytettävissä, tulevat työt todennäköisesti ajoissa valmiiksi.

Henkilö 2

Ennakointi ennen työnaloitusta, että on kaikki valmiiksi mietitty auttaa asiaan, porukan yhtenevä osaaminen sekä riittävät resurssit.

Henkilö 3

Kyllä mielestäni työsuunnitelmat ovat lähtökohta onnistuneeseen työhön.

6. Kuinka aikataulun ohjauksessa ja seurannassa mielestäsi onnistutaan? Miten itse seuraat aikataulua?

Henkilö 1

Kohtalaisesti. Välillä vaikea saada työjärjestys järkeväksi, jolloin työn aikana poiketaan suunnitellusta työjärjestyksestä ja aikataulusta lennossa. Urakoitsijapalavereissa vedellään viivoja Planettiin ja katsotaan miten paljon tällä kertaa ollaan myöhässä.

Päivittäin aikataulua vilkuilen ja kauhulla totean työmaatilanteen ja aikataulun suhteen toisiinsa.

Henkilö 2

Pilkon aikataulun osiin, jolloin seuranta on helpompaa.

Henkilö 3

Ei me voida onnistua jos osakkaitten kanssa neuvotellaan muutoksia koko sen ajan kuin linjassa tehdään töitä. Pysin aloittamaan työvaiheet silloin kuin niitten aikataulun mukaan pitää aloittaa, silloin on edes teoreettiset mahdollisuudet pysyä kokonaisaikataulussa.

7. Kuinka reagoidaan, kun huomataan että ei olla aikataulussa? Kuinka pitäisi reagoida?

Henkilö 1

Ensiksi hätäännyttään, sen jälkeen haukutaan urakoitsijat yksitellen ja yhdessä. Resurssien tarkastaminen ja lisäys tarvittaessa ovat ensimmäiset toimenpiteet jos ollaan jo jäljessä aikataulua. Joihinkin työvaiheisiin on jo etukäteen ymmärretty varata lisää ukkoja hommiin. Juuri muita keinoja aikataulun kiinniottamiseksi en keksi kuin resurssien lisääminen, ellei ole ollut olemassa jotain selkeää syytä mikä on hidastanut töitä ja mikä on sittemmin ratkaistu.

Henkilö 2

Lisätään resursseja.

Henkilö 3

Sovitetaan milloin myöhässä oleva työvaihe pitää olla tehtynä ja samalla verrattava alkuperäiseen aikatauluun että edelleen senkin jälkeen on mahdollista saada kokonaisuudessa linja valmiiksi ajoissa vaikka kyseinen työvaihe myöhästyi.

8. Voisiko paikka-aikakaavio olla toistuvassa tilakorjauksessa parempi, kuin jana-aikataulu?

Henkilö 1

Jana-aikataulukin menee jos se on hajotettu tarpeeksi pieniin osiin. Käytännössä jokainen koppi on eroteltava omaksi viivakseen jokaisen työvaiheen kohdalla, jotta pystytään huomaamaan heti jos jäädään jälkeen. Eli paikka-aika on parempi.

Henkilö 2

Ei.

Henkilö 3

En tiedä, en ole tottunut käyttämään paikka-aikakaaviota.

9. Kuinka työmaa varmistuu siitä, että aliurakoitsijalla on tarvittavat resurssit tekemään työsuoritteensa annetussa aikataulussa?

Henkilö 1

Kysymällä nätisti etukäteen. Urakoitsija sitten valehtelee parhaansa mukaan, työmaan aikana sitten selviää onko mitään mahdollisuutta saada tarpeeksi ukkoja tontille.

Henkilö 2

Urakoitsijapalavereilla.

Henkilö 3

Kysymällä aloituspalaverissa millä resursseilla urakoitsija aikoo tehdä työnä valmiiksi annetussa ajassa.

10. Onko mielestäsi riittävästi aikaa suunnitella alkavaa linjasaneerausta ennen töiden aloitusta?

Henkilö 1

Kohtalaisesti.

Henkilö 2

Ei.

Henkilö 3

11. Muita ideoita ja ajatuksia, miten linjasaneerauksen aikataulutusta voisi kehittää?

Henkilö 2

Työntekijät tulisi saada sidottua kohteeseen, niin ettei ukot vaihtuisi koko ajan.

Henkilö 3

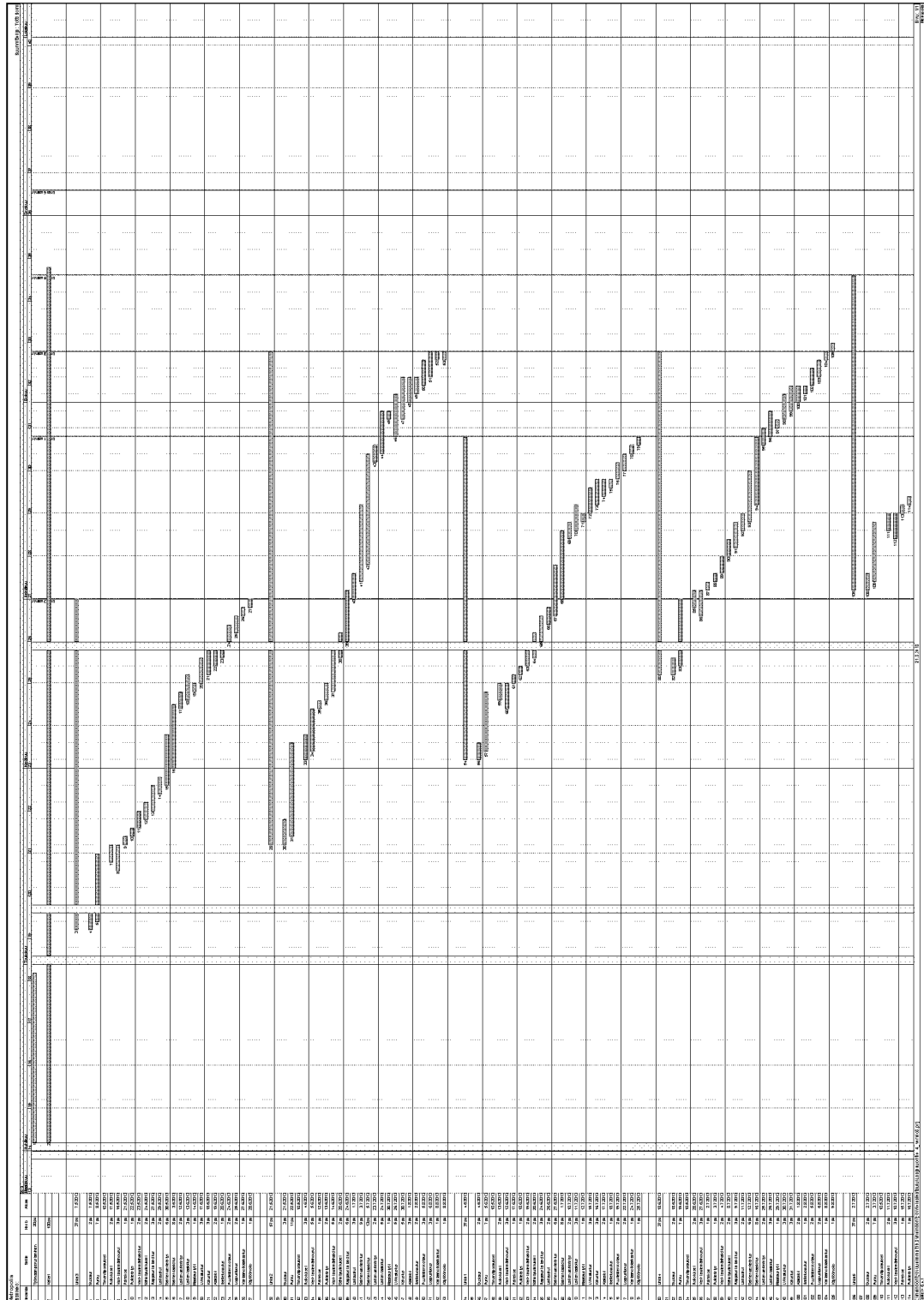
Pitää olla kohteeseen räätälöidyt yksityiskohtaiset suunnitelmat ennen kuin voidaan tehdä tarkka aikataulu ja varattava tarpeeksi aikaa osakasmuutosten sopimiselle ennen kyseisen linjan aloitusta.

Näkisin että kaikki linjassa olevien asuntojen huonekortit tulee olla valmiit ja sopimukset tehty osakkaiden kanssa ennen asunnossa aloitetaan purkutyöt.

Näkisin, että aikataulussa pysyttäisiin paljon paremmin jos ei osakkaille anneta mahdollisuutta toimittaa omia materiaaleja/kalusteita ja varusteita. Kaikki materiaalit tilattaisiin rakennusliikkeen kautta jolloin pystytään paljon paremmin varmistumaan, siitä että kaikki asunnot saadaan valmiiksi ajallaan eikä tulisi jälkitoituksia ainakaan paljon.

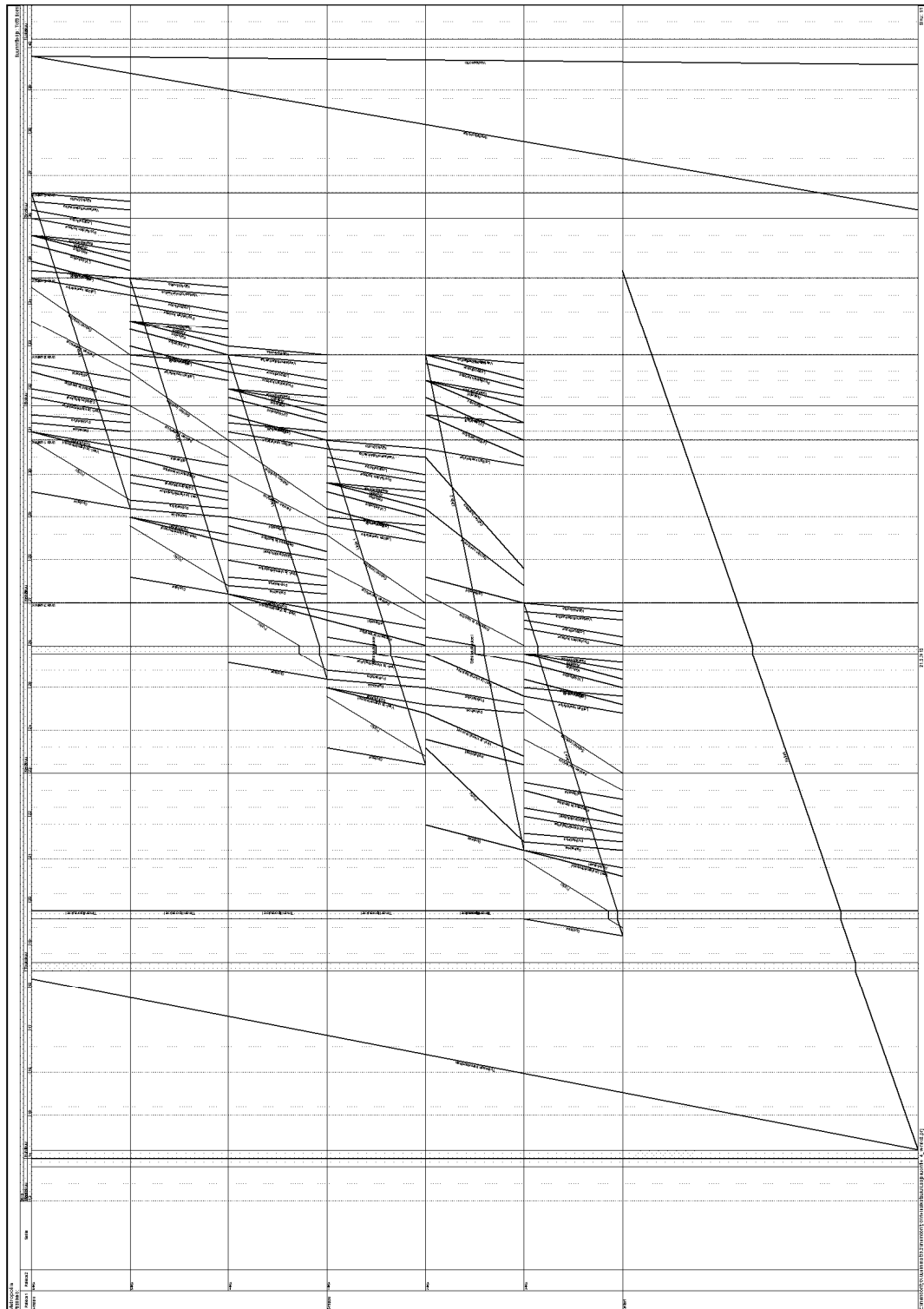
Jana-aikataulu

Yleisaikataulu esitettynä jana-aikatauluna. Kuvan skaalauksen takia, oikea tulostuskoko on A0, joten liitteestä mahdotonta saada selvää.



Paikka-aikakaavio

Yleisaikataulu esitettynä paikka-aikakaaviona. Kuvan skaalauksen takia, oikea tulostuskoko on A0, joten liitteestä on mahdotonta saada selvää.



Laskentapohja

Asuntokohtaisten työsuoritteiden kestot linjoissa 1,3,4,5,6.

T3										
Asuntokohtaiset työmenekit										
	Määrä	yks	tth/yks	Yht. tth	TL3	T4-alka	TV			Työryhmiä
Suojaus	7 m2		0,56	3,92		1	3,92		0,49	2RM
purku, seinät	20 m2		0,44	8,8		1,2	10,56		1,32	2RM
purku, lattiat	4 m2		1,25	5		1,2	6		0,75	2RM
Timanttiporaukset	0 m2		0,23	0		1,2	0		0	RAM
Roilotukset	4 jm		0,8	3,2		1,2	3,84		0,48	RAM
Vesi- ja viemärinousut	1 kpl		8	8		1	8		1	
Painekoe	0,33 kpl		8	2,64		1	2,64		0,33	
Putkieristys	0,33 kpl		8	2,64		1	2,64		0,33	
Vesi- ja viemärihajoitus	0,66 kpl		8	5,28		1	5,28		0,66	
Sähköputkitukset	0,33 kpl		8	2,64		1	2,64		0,33	RAM+RM
Rappaus ja tasoitus	20 m2		0,35	7		1,2	8,4		1,05	RAM+RM
Lattiavalut	4 m2		0,88	3,52		1,2	4,224		0,528	RAM
Seiniäen vesieristys	20 m2		0,58	11,6		1,2	13,92		1,74	RAM
Seiniäen laatoitus	20 m2		0,8	16		1,2	19,2		2,4	RAM
Lattian vesieristys	4 m2		0,39	1,56		1,2	1,872		0,234	RAM
Lattian laatoitus	4 m2		1,3	5,2		1,2	6,24		0,78	RAM
Silikonisaumaus	20 jm		0,05	1		1,2	1,2		0,15	RAM
Maalaustyöt	10 m2		0,114	1,14		1,2	1,368		0,171	RAM
LV-lukustus	3 kpl		2	6		1,2	7,2		0,9	RAM
Kalustus	3 kpl		2	6		1,2	7,2		0,9	RAM
Alakatot	4 m2		0,77	3,08		1,2	3,696		0,462	RAM
Itselleluovutus	0,33 kpl		8	2,64		1	2,64		0,33	
Puutteiden korjaus	0,33 kpl		8	2,64		1	2,64		0,33	
Loppusiivous	0,33 kpl		8	2,64		1	2,64		0,33	
Vastaanottotarkastus	0,33 kpl		8	2,64		1	2,64		0,33	
Käyttöönotto	0,33 kpl		8	2,64		1	2,64		0,33	
T3										
T4										
TV										
Kokonaisaika				117,42		133,24			16,655	